

ARTIGO REF: 8005

## FASE 2 DA EXPANSÃO DO TERMINAL XXI - SINES

José Cerejeira<sup>(\*)</sup>, José Pernão, João Martins

PROMAN Centro de Estudos e Projetos S.A. - Lisboa, Portugal

<sup>(\*)</sup>Email: jose.cerejeira@proman.pt

### RESUMO

A PSA Sines, atual concessionária do Terminal de Contentores de Sines, face à evolução no movimento de contentores que tem ocorrido nos últimos anos iniciou um programa de desenvolvimento e expansão das suas instalações com vista a acolher mais e maiores navios por forma a poder responder adequadamente às previsões de crescimento.

No âmbito dessa expansão, a PROMAN tem vindo a desenvolver diversos projetos de Estruturas Acostáveis e Plataformas de Armazenamento de Contentores, que incluem obras de dragagem, fundações e estruturas, equipamentos de apetrechamento de cais e infra-estruturas de serviços, movimentos de terras relacionados com a criação de plataformas e os respetivos pavimentos associados e necessários para a construção e operação.

Nas fases de ampliação do cais de acostagem, foi adotada uma estrutura aberta composta por uma plataforma de betão armado, com lajes maciças à cota +6,10mZH e um conjunto de vigas longitudinais. Esta plataforma encontra-se fundada sobre cinco fileiras de estacas de betão, executadas com camisa metálica perdida, as quais atingiram uma profundidade de penetração de pelo menos 5m nas formações geotécnicas do fundo do mar, constituídas por rocha de natureza xistosa alterada e moderadamente alterada. Um manto de enrocamento colocado sob a plataforma do cais proporciona proteção e estabilidade para o talude do aterro que fica exposto ao mar.

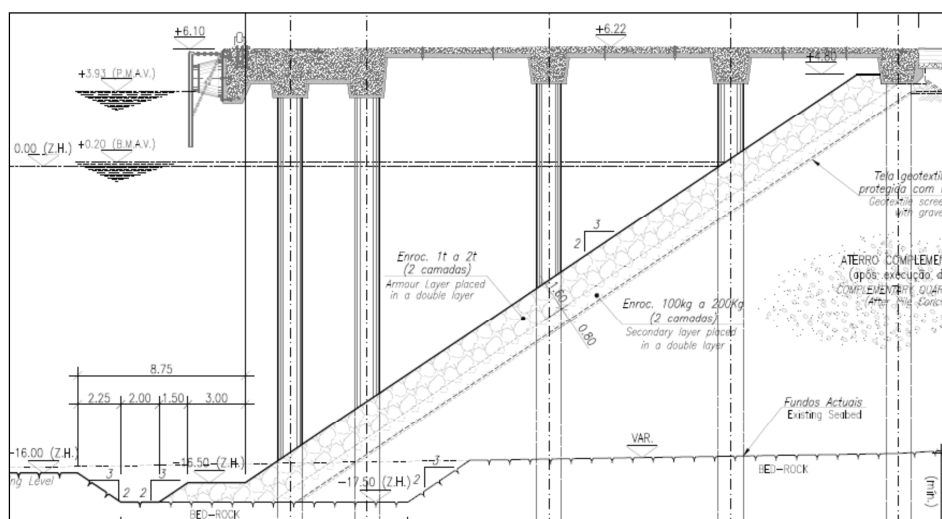


Fig. 1 - Corte Tipo da Estrutura do Cais

A solução encontrada procura tirar partido do ambiente geotécnico existente, combinando numa única unidade, uma estrutura porticada de frente aberta fundada sobre estacas verticais circulares de betão armado, com o prisma do aterro adjacente que, juntamente com as estacas que ficarão encastradas no "bed rock" do fundo do mar, proporcionam a estabilidade e

segurança estrutural. Constatou-se que as condições geotécnicas existentes indicam claramente a existência de uma camada geológica com uma capacidade de fundação, "bed rock", a um nível muito superficial constituída por rocha de natureza xistosa alterada e moderadamente alterada com intercalações de rocha magmática dura (dioritos). A camada mais alterada e com pouca competência de fundação encontra-se logo à superfície podendo atingir espessuras da ordem de 1.50 a 2,00m.

A verificação da capacidade de carga das estacas foi feita considerando o método de Rowe e Armitage, adequado para estacas embebidas em formações rochosas. Foi feita uma estimativa do módulo de deformabilidade e das resistências lateral e de ponta com base na resistência à compressão uniaxial (UCS) da rocha intacta e do estado de fracturação do maciço. Foi também considerada a adequada da contribuição da resistência lateral e da resistência de ponta tendo em conta o módulo de elasticidade do betão, o módulo de deformabilidade do maciço rochoso bem como a relação entre o comprimento de encastramento e o diâmetro da estaca. Realizou-se uma estimativa dos assentamentos expectáveis das estacas e comparação com os valores admissíveis. Todos os valores considerados no dimensionamento foram posteriormente confirmados através de ensaios de carga dinâmicos.

Para além da infra-estrutura de cais, o Terminal XXI também possui terraplenos pavimentados e infraestruturados criando áreas de movimentação e armazenamento de contentores bem como vias de acesso e manobras para veículos e pórticos de parque sobre pneus, designados RTGs. Toda a área do parque de contentores é pavimentada e devidamente equipada com sistemas de drenagem de água pluvial, energia elétrica, iluminação e eletrificação dos pórticos de parque RTGs.

As áreas de aterro correspondentes à retro-área de apoio ao cais, foram realizadas utilizando materiais provenientes da pedreira de Monte Chãos. Os inertes existentes em maior abundância na pedreira são caracterizados por material indiferenciado, constituído por corneanas, saibros e outros inertes existentes, embora existam também materiais rochosos de melhor qualidade os quais foram reservados para as proteções marginais. Em termos de processo construtivo, primeiro foi executada uma plataforma até à cota de aproximadamente +5,0mZH construída sempre a partir de terra e com meios convencionais, consistindo na descarga direta de material de matriz rochosa proveniente da pedreira. A última fase de aterro corresponderá ao enchimento da faixa entre o talude ao longo da primeira fase de aterro e a viga de tardo do tabuleiro do cais. Uma vez que o aterro atinge espessuras próximas de 20m, preconizou-se a realização de uma pré-carga, realizada por troços sucessivos, com um valor de  $70\text{kN/m}^2$ , equivalente à sobrecarga de serviço no terraplino. Foram observados assentamentos totais da ordem dos 0.20m correspondentes a assentamentos imediatos, tendo estes estabilizado rapidamente e não tendo sido observada posteriormente qualquer evolução dessas deformações. A fase final do aterro foi executado apenas após a plataforma construída se encontrar bem estabilizada. Nessa fase final os aterros foram concluídos por camadas sucessivas, compactadas com cilindro vibratório.

Em fase de projeto foi ainda avaliada a suscetibilidade à liquefação dos solos de aterro tendo-se concluído que uma vez que o solo da fundação do aterro (leito marinho) é constituído por xistos alterados e mediantemente alterados, não é espectável a existência de nenhuma camada geológica constituída por materiais granulares finos, com uma possança significativa, que impeça a dissipação das pressões intersticiais em caso de sismo. Por outro lado, uma vez que o aterro é construído através do lançamento do enrocamento diretamente no mar, parte dos finos que compõem o aterro serão "lavados", resultando numa percentagem de finos bastante reduzida.